

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-103999

(43)公開日 平成7年(1995)4月21日

(51)IntCl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 P 15/12

15/02

A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-247963

(22)出願日 平成5年(1993)10月4日

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 関戸 睦弘

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 上西 勝三

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

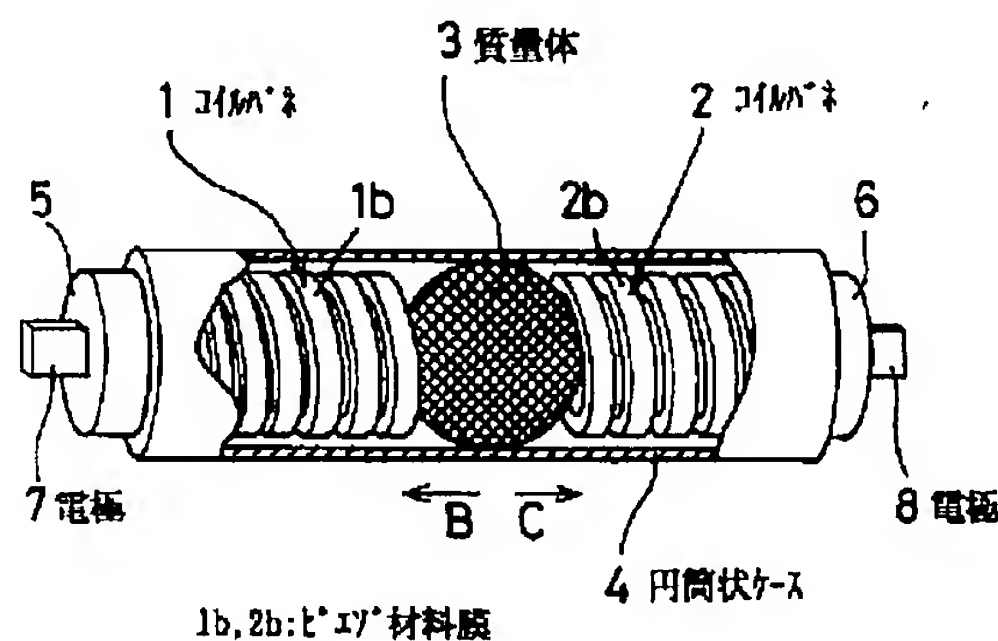
(74)代理人 弁理士 工藤 宜幸 (外2名)

(54)【発明の名称】 加速度センサ

(57)【要約】

【目的】 小さな加速度も検出できる、しかも小形化し易い加速度センサを実現する。

【構成】 筒状ケース4内に収容された質量体3は、加速度が生じたときにケースによってガイドされて移動し、コイルバネ状の一方の弾性体1又は2を伸ばせると共に他方の弾性体2又は1を縮める。質量体を介して両弾性体が電氣的に接続されているので、このとき、両弾性体にそれぞれ機械的歪み／電氣的特性変換膜として設けられた圧電材料膜1b及び2b間に加速度に応じた電位差が生じる。この電位差が加速度情報として電極7及び8から出力させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量体と、コイルバネ状又は棒状の第1及び第2の弾性体とを、第1及び第2の弾性体とで質量体を挟み込むように、筒状ケース内に収容すると共に、第1及び第2の弾性体の少なくとも一方に、機械的歪みを電気的特性変化に変換する、電極によって電気的特性変化を外部に取り出せる機械的歪み／電気的特性変換膜を設け、

ケースによってガイドされた加速度に伴う質量体の移動によって第1及び又は第2の弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じた電気的特性変化を電極から出力させることを特徴とした加速度センサ。

【請求項2】 上記第1及び第2の弾性体が共に、上記機械的歪み／電気的特性変換膜としてピエゾ圧電材料膜が適用されたコイルバネ状のものであり、上記第1及び第2の弾性体が上記質量体を介して電気的に接続されており、上記2個のピエゾ圧電材料膜間の電位差を出力情報とすることを特徴とした請求項1に記載の加速度センサ。

【請求項3】 質量体と、棒状又はコイルバネ状の弾性体とを、弾性体の基端を筒状ケースに固定し、弾性体の先端に質量体を取り付けて、筒状ケース内に収容すると共に、弾性体に、機械的歪みを電気的特性変化に変換する、電極によって電気的特性変化を外部に取り出せる機械的歪み／電気的特性変換膜を設け、

ケースによってガイドされた加速度に伴う質量体の運動によって弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じた電気的特性変化を電極から出力させることを特徴とした加速度センサ。

【請求項4】 上記弾性体が、上記機械的歪み／電気的特性変換膜として、ピエゾ抵抗材料又はピエゾ圧電材料からなる歪ゲージ膜が適用された棒状のものであり、上記質量体と上記筒状ケースとの接触によって上記弾性体が安定に保持されていることを特徴とした請求項3に記載の加速度センサ。

【請求項5】 上記質量体が円球体であり、上記筒状ケースが円筒状のものであることを特徴とした請求項1～4のいずれかに記載の加速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、移動物体の加速度を検出する加速度センサに関し、例えば、手書き入力ペン装置に適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、加速度センサとして、図2に示す片持梁型のものがあった。図2において、片持梁21は、基端が固定台24に固定され、先端には重り22が設けられている。片持梁21は、PZT（チタン酸ジルコン酸塩）等の圧電材料からなっており、板状に形成さ

れている。片持梁21の両面基端部側にはそれぞれ、断面L字状の電極23a及び23bが設けられており、これら電極23a及び23bは固定台24にも取り付けられている。

【0003】以上の構成を有する加速度センサにおいて、この加速度センサを有する移動物体の速度が変化すると、重り22には、片持梁21の両面を結ぶA方向の加速度成分と重り22の質量とで定まる力が加わり、片持梁21はA方向に撓む。これにより、片持梁21の両側に設けられた電極23a及び23b間に電位差が生じる。重り22の質量は固定であるので、この電位差はそのときのA方向の加速度成分を反映している。例えば、電位差と加速度との対応表を予め作成しておき、そのときの電位差をこの対応表に適用して加速度を測定できる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近、種々の装置に加速度センサが利用されており、取扱う加速度のダイナミックレンジが小さい装置もある。このような装置では、非常に小さな加速度を検出することが求められることが多い。

【0005】例えば、筆記時の筆記具の加速度変化から筆跡を求めたり、筆記時の筆記具の加速度変化から筆記者の同定をしたりする、加速度センサが有する手書き入力ペン装置がある（特願平5-549号明細書及び図面、特公平4-20213号公報等参照）。このような装置では、筆記時の加速度が対象であり、車両や飛行機等におけるような大きな加速度を対象とはしていない。手書き入力ペン装置において、筆記具の加速度から筆記軌跡を求め、入力文字を正しく認識させるには、非常に小さな加速度 $\alpha = 0.01g$ （ $g$ ：重力加速度）程度も検出する必要がある。しかも、筆記具に内蔵し、又は、筆記具外部に取り付けるので、非常に小さいことが求められる。

【0006】図2に示す従来の加速度センサは、片持梁21の弾性力を利用したものであり、加速度 $\alpha = 0.01g$ を検出するには片持梁21のバネ定数を小さくする必要がある。従って、片持梁21の厚みを非常に薄くするか若しくは片持梁21の長さを非常に長くしなければならない。しかしながら、このようにした場合、加速度が加わらない状態でも、重り22の質量や片持梁21の自重により、片持梁21に撓みが生じ易く、このような不要な撓みによる検出精度の低下を補償する対策が必要となる。また、片持梁21が折れ易くなり、この点からの対策も必要となる。これら対策には、高度な技術を要して高価になり易い。また、片持梁21の長さを非常に長くした場合には、所望の小形化を達成できないことも生じる。

【0007】本発明は、以上の点を考慮してなされたものであり、小さな加速度も正確に検出できる、しかも小

形化し易い加速度センサを提供しようとしたものである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の本発明は、質量体と、コイルバネ状又は棒状の第1及び第2の弾性体とを、第1及び第2の弾性体とで質量体を挟み込むように、筒状ケース内に収容すると共に、第1及び第2の弾性体の少なくとも一方に、機械的歪みを電気的特性変化に変換する、電極によって電気的特性変化を外部に取り出せる機械的歪み／電気的特性変換膜を設けたものであり、ケースによってガイドされた加速度に伴う質量体の移動によって第1及び又は第2の弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じた電気的特性変化を電極から出力させることを特徴とする。

【0009】請求項2の本発明は、請求項1の本発明において、第1及び第2の弾性体が共に、機械的歪み／電気的特性変換膜として圧電材料膜が適用されたコイルバネ状のものであり、第1及び第2の弾性体が質量体を介して電気的に接続されており、2個のピエゾ圧電材料膜間の電位差を出力情報とすることを特徴とする。

【0010】請求項3の本発明は、質量体と、棒状又はコイルバネ状の弾性体とを、弾性体の基端を筒状ケースに固定し、弾性体の先端に質量体を取り付けて、筒状ケース内に収容すると共に、弾性体に、機械的歪みを電気的特性変化に変換する、電極によって電気的特性変化を外部に取り出せる機械的歪み／電気的特性変換膜を設けたものであり、ケースによってガイドされた加速度に伴う質量体の運動によって弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じた電気的特性変化を電極から出力させることを特徴とする。

【0011】請求項4の本発明は、請求項3の本発明において、弾性体が、機械的歪み／電気的特性変換膜として、ピエゾ抵抗材料又はピエゾ圧電材料からなる歪ゲージ膜が適用された棒状のものであり、質量体と筒状ケースとの接触によって弾性体が安定に保持されていることを特徴とする。

【0012】請求項5の本発明は、請求項1～4のいずれかの本発明において、質量体が円球体であり、筒状ケースが円筒状のものであることを特徴とする。

#### 【0013】

【作用】請求項1の本発明において、筒状ケース内に収容された質量体は、加速度が生じたときにケースによってガイドされて移動し、第1及び又は第2の弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じたこの機械的歪みが機械的歪み／電気的特性変換膜によって電気的特性変化に変換されて電極から出力される。

【0014】請求項2の本発明は、請求項1の本発明における良好な実施態様である。請求項2の本発明において、筒状ケース内に収容された質量体は、加速度が生じたときにケースによってガイドされて移動し、コイルバ

ネ状の一方の弾性体を伸ばせると共に他方の弾性体を縮め、両弾性体にそれぞれ機械的歪み／電気的特性変換膜として設けられたピエゾ圧電材料膜間に加速度に応じた電位差を生じさせて電極から出力させる。

【0015】請求項3の本発明において、筒状ケース内に収容された質量体は、加速度が生じたときにケースによってガイドされて運動し、自己が取り付けられている弾性体を伸び縮みさせて弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じたこの機械的歪みが機械的歪み／電気的特性変換膜によって電気的特性変化に変換されて電極から出力される。

【0016】請求項4の本発明は、請求項3の本発明における良好な実施態様である。請求項4の本発明において、筒状ケース内に収容された質量体は、加速度が生じたときにケースによってガイドされて運動し、自己が安定に保持している棒状の弾性体を伸び縮みさせて弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じたこの機械的歪みが、機械的歪み／電気的特性変換膜として設けられているピエゾ抵抗材料又はピエゾ圧電材料からなる歪ゲージ膜によって電気的特性変化（抵抗変化又は電位差変化）に変換されて電極から出力される。

【0017】請求項5の本発明は、請求項1～4のいずれかの本発明において、質量体を円球体とし、筒状ケースを円筒状のものとして、質量体の移動を円滑化しようとしたものである。

#### 【0018】

##### 【実施例】

##### (A) 第1実施例

以下、本発明による加速度センサの第1実施例を図面を参照しながら詳述する。ここで、図1が、第1実施例の加速度センサの要部構成が明らかになるように一部を破断して示す斜視図であり、図3は、この実施例の加速度センサの構成要素であるコイルバネの線材断面図である。

【0019】図1において、円筒状のケース4は、2個のコイルバネ1及び2と質量体3とを収容しており、両コイルバネ1及び2は、質量体3を挟み込むように設けられている。円筒状ケース4の両端部はそれぞれ、絶縁体でなる蓋体5及び6によって閉塞されており、上述の各コイルバネ1、2の一端部はそれぞれ対応する蓋体5、6に固定されている。各蓋体5、6には、棒状の電極7、8が貫通しており、電極7、8が対応するコイルバネ1、2の後述するピエゾ材料膜に接触して、後述する電気的情報を外部に取り出すことができるようになっている。

【0020】コイルバネ1及び2は、B方向及びC方向の正負両方向の加速度を同じ精度で検出できるように、長さを含め同一形状を有する。コイルバネ1及び2は、円筒状に巻回されているものである。また、コイルバネ1及び2は、加速度が生じていない状態でもその付勢力



によって質量体3と接触しており、また、加速度が生じている状態でも質量体3と接触するようになされている。

【0021】各コイルバネ1、2は、図3(a)又は(b)に示すように、電氣的抵抗が小さいバネ鋼材、ステンレス材、りん青銅等の弾性体材料でなるバネ本体1a、2aと、PZT、ポリフッ化ビニリデン等の piezo 圧電材料でなる piezo 材料膜1b、2bとから構成されている。コイルバネ1、2が断面矩形形状のものである場合には、例えば、外周側の一面に piezo 材料膜1b、2bが設けられ、コイルバネ1、2が断面円形状のものである場合には、例えば、外周側の半面に piezo 材料膜1b、2bが設けられる。piezo 材料膜1b、2bの形成方法は、焼成法、蒸着法、貼り合わせ法のいずれを適用しても良い。例えば、蒸着法で piezo 材料膜1b、2bを形成するときは、コイルバネとして製作後蒸着装置にセットし、バネ本体1a、2aの表面に piezo 材料の薄膜を蒸着する。

【0022】piezo 材料膜1b、2bは、コイルバネ1、2の機械的歪みを電氣的特性変化に変換するために設けられている。すなわち、piezo 材料膜1b、2bは、引張り／圧縮／捩りなどの機械的な力を受けて伸び／縮み歪が生じると分極し伸び側と縮み側との間に電位差を発生させるものである。

【0023】質量体3は、電氣抵抗の小さいかつ密度が大きい金属材料等から形成された円球状のものであり、所望の質量を有するようになされている。質量体3は、加速度に伴う外力を受けて、円筒状ケース4にガイドされて滑らかに移動できるものであり、この移動によってコイルバネ1、2に機械的歪みを生じさせるものである。円筒状ケース4は質量体3の移動を滑らかにガイドできるように、質量体3の半径より僅かに大きい半径を有し、例えば、円筒状ケース4の外径が6mm程度であれば、両者の直径の差は0.5mm以下にする。

【0024】コイルバネ1のバネ本体1aとコイルバネ2のバネ本体2aとは質量体3を介して電氣的に接続されている。また、電極7及び8はそれぞれ、piezo 材料膜1b及び2bに電氣的に接続されている一方、バネ本体1a及び2aとは絶縁されており、piezo 材料膜1b、2bの電極の役割を果すものである。

【0025】すなわち、この実施例の加速度センサは、図4に示すように、導体(1a、3、2a)の両面に piezo 材料膜(1b、2b)を有し、各 piezo 材料膜に電極(7、8)が取り付けられているバイモルフ型の圧電素子と等価である。

【0026】バネ本体1a及び2a、質量体3を電氣的抵抗が小さい材料で形成しているのはこのためである。また、コイルバネ1、2の外周側に piezo 材料膜1b、2bを設けているのは、バネ本体1a及び2aと、質量体3との電氣的接触を考慮したためである。さらに、コ

イルバネ1、2の外周側に piezo 材料膜1b、2bを形成していることは、バイモルフ型の圧電素子における piezo 材料膜(1b、2b)を非常に長くしていることと等価である。

【0027】次に、第1実施例の加速度センサによって加速度を測定する方法について説明する。

【0028】例えば、B方向に運動を行なっている被測定物の加速度を測定する場合を考える。加速度センサは、被測定物に水平に(B方向に平行に)固定されている。

【0029】質量体3にも被測定物と同一の加速度が作用し、質量体3は、被測定物の運動方向のB方向とは逆方向のC方向の力を受け、コイルバネ2は圧縮力を受けてコイルバネ2の piezo 材料膜2bは縮み、一方、コイルバネ1は引張力を受けてコイルバネ1の piezo 材料膜1bは伸びるから両電極7及び8間には電位差が生じる。このようにして生じる電位差は、質量体3の質量は一定であるので、そのときの加速度を反映したものである(種々の要因があるので線形関係でない)。そこで、この電位差を測定し、予め測定された加速度と電位差との関係に、測定された電位差を照合することで加速度を得ることができる。例えば、このような電位差から加速度を得る処理は、CPU等を有するデータ処理構成で行なうことができる。

【0030】加速度センサの設計は、力学的法則  $m\alpha = kx$  ( $m$ は質量体3の質量、 $\alpha$ は加速度、 $k$ はコイルバネのバネ定数、 $x$ はコイルバネの変位)に従って行なう。コイルバネの設計法は、機械的に使用されるバネの設計と同じである。

【0031】加速度  $\alpha = 0.01g$  ( $g$ は重力加速度)を測定できる加速度センサを設計するとする。例えば、質量体3を半径2mmの黄銅球、ケース4を外径が6mmのプラスチックとし、また、コイルバネ1及び2のバネ本体1a及び2aに鋼材を用い、コイル半径を2mm、コイルピッチを1mm、コイルの巻数を5回とすると、バネ本体1a及び2aが断面丸線材の場合には、線径  $d = 0.035mm$  が得られる。すなわち、線径  $d = 0.035mm$ 、コイル外径  $D = 4mm$ 、長さ  $L = 5mm$  のコイルバネが設計され、センサ全体として外径6mm、長さ15~20mmの非常に小型な加速度センサが得られる。

【0032】以上のように、上記第1実施例によれば、piezo 材料膜が設けられたコイルバネによって質量体を挟み込んだという簡単な構造によって、小さい加速度をも検出できる小型、安価な加速度センサを実現できる。加速度に伴う力によって移動する質量体を円球で構成したので、移動摩擦が小さくなって、この点からも小さな加速度の検出を行なうことができる。また、piezo 材料膜をコイルバネに設けているので、機械的歪みが作用する piezo 材料膜が長く、この点からも小さな加速度の検

出を行なうことができる。

【0033】この第1実施例を変形した実施例としては、以下のようなものを挙げることができる。

【0034】コイルバネの断面形状が、円形や矩形以外のものであっても良い。また、バネ本体と質量体との電氣的接続を確保できるものであれば、ピエゾ材料膜を、バネ本体の内周面側に設けても良い。例えば、質量体と接触する部分ではピエゾ材料膜を除去することでこのようなことは可能である。

【0035】(B)第2実施例

次に、本発明による加速度センサの第2実施例を図面を参照しながら詳述する。ここで、図5が、第2実施例の加速度センサの要部構成が明らかになるように一部を破断して示す斜視図である。

【0036】図5において、有底の円筒状ケース15には、弾性棒11、質量体14、コイルバネ16が収容されている。

【0037】円筒状ケース15は絶縁体でなる蓋体17によって閉塞されており、弾性棒11は、この蓋体17の中心部を貫通して、ケース15内部に延長されている。弾性棒11は、例えば金属材料、合成樹脂等の弾性体材料でなる丸棒として形成されており、基端部近傍で蓋体17に固定されており、先端部の端面に質量体14が取り付けられている。

【0038】ケース15内部における弾性棒11の周囲の全面又は一部には、歪ゲージ膜12が固着又は塗布されている。歪ゲージ膜12は、機械的歪みを電氣的特性に変換するものであり、Si、Ge等のピエゾ抵抗材料や、PZT、ポリフッ化ビニリデン等のピエゾ圧電材料でなる。

【0039】ケース15外部における弾性棒11には、2個の電極18及び19が設けられている。一方の電極18は、歪ゲージ膜12の蓋体側端部に接続されており、他方の電極19は、歪ゲージ膜12の質量体側端部に接続されており、弾性棒11の伸び/縮みを、当該両電極間における電位差の変化あるいは抵抗値の変化等の電氣的特性の変化として検出できるようになっている。

【0040】質量体14は、上述のように、弾性棒11の先端部に取り付けられた所定の質量を有するものであり、加速度変化を力に変換して弾性棒11に引張り力又は圧縮力を印加して伸び縮みによる機械的歪みを発生させるものである。

【0041】質量体14は円球でなり、この質量体14の半径より、ケース15の内径が僅かに大きく(例えばケースが全長5mm程度のもので0.1mm程度大きく)なっており、質量体14とケース15の内面とは必ず1点で接するようになっている。

【0042】このようにしたのは以下の理由による。質量体14の移動時のケース15内面との摩擦を小さくでき、加速度を正確に検出できる。また、弾性棒11は、

弾性棒11の自重や質量体14の質量によって撓むが、質量体14はケース15の内面に接するので弾性棒11の撓みを緩和できる。さらに、ケース15を被測定物に固定する場合に、円周方向に回転させても、質量体14とケース15の内面は必ず1点で接するので同じ環境条件下で加速度を測定できる。

【0043】コイルバネ16は、基端部がケース15の底部に固定され、先端部側が質量体に接触しており、質量体14を弾性棒11側に向けて僅かに付勢している。コイルバネ16を設けていない場合において、質量体14が加速度に伴う非常に大きい力を受けて弾性棒11に非常に大きな歪が生じると、歪ゲージ膜12が破損する恐れがある。そこで、コイルバネ16を設けて係る不都合の発生を未然に防止するようにしている。なお、弾性棒11の材質等によっては、コイルバネ16を省略することができる。

【0044】以上の構成を有する第2実施例の加速度センサが被測定物に取り付けられ、被測定物がD方向の加速度を伴って移動したとする。このとき、質量体14にはその逆方向に向かう力が作用し、質量体14がコイルバネ16の付勢力に抗してその方向に移動する。また、弾性棒11の弾性力によってある程度伸びると縮む方向に力が加わる。このような加速度に応じた質量体14の振動により、弾性棒11には引張り力及び圧縮力が加わり、これに応じた歪みが歪ゲージ膜12に生じ、両電極18及び19間にその歪みに応じた電氣的特性が生じる。質量体14の質量は当然に固定であるので、弾性棒11に加わる引張り力や圧縮力、従って、歪ゲージ膜12に生じた歪みは加速度に応じた時間的変化を有する。そこで、この歪み対応の電氣的特性を測定し、予め測定された加速度と電氣的特性変化との関係に、測定された電氣的特性を照合することで加速度を得ることができる。例えば、このような電位差から加速度を得る処理は、CPU等を有するデータ処理構成で行なうことができる。

【0045】この第2実施例の加速度センサにおいて、加速度 $\alpha = 0.01g$ を測定するセンサの設計は次のように行なう。

【0046】物理的法則 $F = m\alpha$  ( $F$ は力、 $m$ は質量、 $\alpha$ は加速度)及び $\sigma = \epsilon E$  ( $\sigma$ は応力、 $\epsilon$ は歪、 $E$ は弾性率)から、弾性棒11及び質量体14の材料、半径を決定する。例えば、弾性棒11を鋼材とし、質量体14を半径2mmの黄銅球とすると、弾性棒11の半径として0.066~0.1mmが得られる。このような弾性棒11及び質量体14は容易に入手でき、しかも、図5に示すような簡単な構造であるから容易に製作できる。弾性棒11の強度問題として、質量体14が加速度1gを受けたときの弾性棒11にかかる応力を算出すると、 $\sigma = 20kg/mm^2$  となり、鋼材の弾性限度 $\sigma_p$  (軟鋼で $\sigma_p = 20kg/mm^2$ ) 以下の応力であるから上

述の物理的法則を満足でき、加速度センサとして使用できる。従って、このように設計された加速度センサにおいては加速度 $\alpha = 0.01 \sim 1 \text{ g}$ まで測定できることになる。

【0047】質量体14の半径若しくは比重量（材料を変える）を小さくすると、1 gより大きい加速度が測定可能となる。また、加速度 $\alpha = 0.01 \text{ g}$ 以下の加速度を測定可能にするには、弾性棒11の半径を0.066 mm以下にするか若しくは弾性係数の小さい材料を使用すると良い。

【0048】以上のように、第2実施例の加速度センサによれば、歪みゲージ膜を有する弾性棒の先端に質量体を取り付けたという簡単な構造によって、小さい加速度をも検出できる小型、安価な加速度センサを実現できる。従来がピエゾ材料に曲げ応力を印加する構成であるのに対して、この実施例では歪みゲージ膜に引張り又は圧縮力を作用させる構成であるので、小さい加速度を検出する場合の構造上の制約が従来の加速度センサより少なく、また歪みの時間変化が検出対象であり、上述のように小さい加速度をも検出できるようになっている。

【0049】(C) 他の実施例

以上で説明した変形実施例の他にも、以下のような変形実施例を挙げることができる。

【0050】(1) 第2実施例における弾性棒11に代え、ピエゾ材料膜（歪みゲージ膜）を有するコイルバネを適用しても良い。これは、見方を変えると、第1実施例における2個のコイルバネの一方のみにピエゾ材料膜を設け、ピエゾ材料膜の両端から電気的特性を取り出したもの（ユニモルフ型圧電素子と等価）と見ることができる。なお、この場合にも、ピエゾ材料膜が設けられていないコイルバネを省略することおができる。

【0051】(2) 第1実施例の2個のコイルバネのそれぞれを、ピエゾ材料膜（歪みゲージ膜）を有する弾性棒に置き換えるようにしても良い。これは、見方を変えると、第2実施例におけるコイルバネを弾性棒に置き換え、両弾性棒と質量体とに電気的抵抗が小さいものを適

用し、両弾性棒の基端部側から電気的特性を取り出したもの（バイモルフ型圧電素子と等価）と見ることができる。

【0052】

【発明の効果】以上のように、第1の本発明によれば、筒状ケース内に收容された質量体が、加速度が生じたときにケースによってガイドされて移動し、質量体を挟んでいる第1及び又は第2の弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じたこの機械的歪みを機械的歪み／電気的特性変換膜によって電気的特性変化に変換して電極から出力させるようにしたので、小さな加速度も正確に検出できる、しかも小形化し易い加速度センサを提供できる。

【0053】また、第2の本発明によれば、筒状ケース内に收容された質量体が、加速度が生じたときにケースによってガイドされて移動し、自己が取り付けられている弾性体を圧縮又は引張って弾性体に機械的歪みを生じさせ、加速度に応じたこの機械的歪みを機械的歪み／電気的特性変換膜によって電気的特性変化に変換して電極から出力させるようにしたので、第1の本発明と同様に、小さな加速度も正確に検出できる、しかも小形化し易い加速度センサを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の構成を示す一部破断斜視図である。

【図2】従来構成を示す概略正面図である。

【図3】第1実施例のコイルバネの線材断面図である。

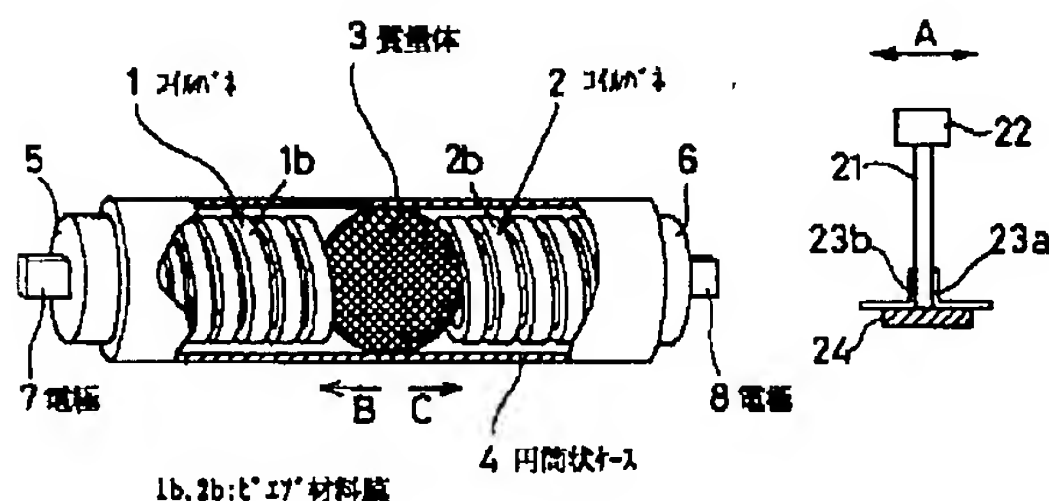
【図4】第1実施例と等価な圧電素子構造を示す断面図である。

【図5】第2実施例の構成を示す一部破断斜視図である。

【符号の説明】

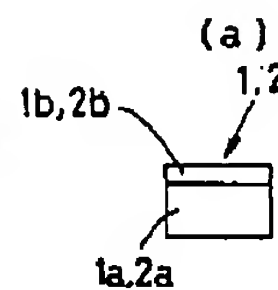
1、2…コイルバネ、1b、2b…ピエゾ材料膜、3、14…質量体、4、15…円筒状ケース、7、8、18、19…電極、11…弾性棒、12…歪みゲージ膜。

【図1】

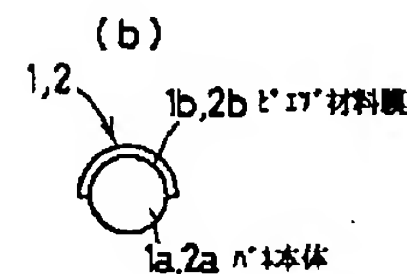


【図2】

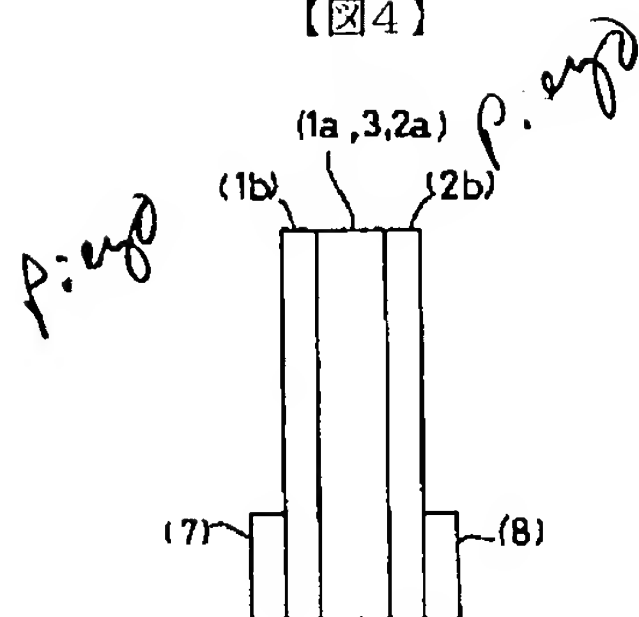
21: 片持梁  
22: 重り  
23a, 23b: 電極  
24: 固定台



【図3】



【図4】



【図5】

